

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 4月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-112302

[ST.10/C]:

[JP2003-112302]

出 願 人

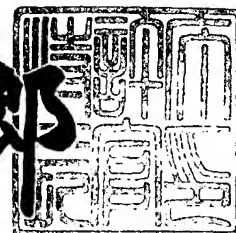
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



【書類名】 特許願

【整理番号】 1502009391

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/40

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所  
                                機械研究所内

    【氏名】 石川 忠明

【発明者】

    【住所又は居所】 茨城県土浦市神立町 5 0 2 番地 株式会社 日立製作所  
                                機械研究所内

    【氏名】 風間 敦

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

    【識別番号】 100075096

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 作田 康夫

    【電話番号】 03-3212-1111

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2002-179310

    【出願日】 平成14年 6月20日

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013088

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

【物件名】            要約書    1

【包括委任状番号】    9902691

【プルーフの要否】    要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 コリメータアレイ及びそれを用いた光スイッチ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、

前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、

第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズを搭載する搭載溝と、

前記主面に形成された第一の位置決め溝と、

第二の基板と、前記第二の基板の一主面に形成された光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズを搭載する搭載溝と、

前記第二の基板に形成された貫通孔と、

前記第一の位置決め溝と、前記貫通孔との間に配置される位置決め部材と、を有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 2】

請求項 1 において、前記第二の基板は、前記搭載溝が形成された主面に第二の位置決め溝を有することを特徴とする光スイッチ。

【請求項 3】

請求項 1 において、前記第一の位置決め溝或いは前記第一の貫通孔の少なくとも一方は、前記基板の結晶面に沿った表面が形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 4】

請求項 1 において、前記入力側コリメータアレイ或いは出力側コリメータアレイの少なくとも一方に形成される搭載溝はコリメータレンズを前記搭載溝が形成された基板より弾性率の低い弾性体を介して配置されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 5】

請求項 1 において、前記貫通孔は、前記搭載溝が形成された側と同じ側から形成されたものであることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 6】

請求項 1 において、第一の基板及び前記第二の基板には複数のコリメータレンズ収容溝が形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 7】

請求項 1 において、前記基板間に搭載された前記位置決め部材の上端は前記第一の基板に搭載されたコリメータレンズの上端より高い位置になるよう形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 8】

光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、

第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された第一のコリメータレンズを搭載する第一の搭載溝と前記搭載溝の両側に配置される第一の位置決め溝と、前記一主面の反対側面に前記搭載溝が配置される領域に対応する領域の両側に形成された第二の位置決め溝と、

前記第一の基板の前記一主面に対向して配置される第二の基板と、前記第二の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第一の位置決め溝に対向した位置に形成される第三の位置決め溝と、

前記第一の基板の前記反対側面に対向して配置される第三の基板と、前記第三の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第二の位置決め溝に対向した位置に形成される第四の位置決め溝と、

前記第一の位置決め溝と前記第三の位置決め溝との間に配置される第一の位置決め部材と、前記第二の位置決め溝と前記第四の位置決め溝との間に配置される第二の位置決め部材と、

前記第一の基板の前記搭載溝から第一の方向に位置する前記第一の位置決め溝は

前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より離れた領域に形成される前記搭載溝から前記第一の方向の反対方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より近い領域の形成されることを特徴とする光スイッチ。

【請求項 9】

光ファイバに連絡するコリメータレンズを複数備えるコリメータレンズアレイであって、

第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された第一のコリメータレンズを搭載する第一の搭載溝と前記搭載溝を挟んで形成される第一の位置決め溝と、前記一主面の反対側面に前記搭載溝が配置される領域に対応する領域を挟んで形成された第二の位置決め溝と、

前記第一の基板の前記一主面に対向して配置される第二の基板と、前記第二の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第一の位置決め溝に対向した位置に形成される第三の位置決め溝と、

前記第一の基板の前記反対側面に対向して配置される第三の基板と、前記第三の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第二の位置決め溝に対向した位置に形成される第四の位置決め溝と、

前記第一の位置決め溝と前記第三の位置決め溝との間に配置される第一の位置決め部材と、前記第二の位置決め溝と前記第四の位置決め溝との間に配置される第二の位置決め部材と、

前記第一の基板の前記搭載溝から第一の方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より離れた領域に形成される前記搭載溝から前記第一の方向の反対方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より近い領域の形成されることを特徴とするコリメータレンズアレイ。

【請求項 10】

光ファイバに連絡するコリメータレンズを複数備えるコリメータレンズアレイであって、

第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された第一のコリメータレンズを

搭載する第一の搭載溝と前記搭載溝を挟むように配置される第一の位置決め溝と、前記一主面の反対側面に前記搭載溝が配置される領域に対応する領域を挟むように配置された第二の位置決め溝と、  
 前記第一の基板の前記一主面に対向して配置される第二の基板と、前記第二の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第一の位置決め溝に対向した位置に形成される第三の位置決め溝と、  
 前記第一の基板の前記反対側面に対向して配置される第三の基板と、前記第三の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第二の位置決め溝に対向した位置に形成される第四の位置決め溝と、  
 前記第一の位置決め溝と前記第三の位置決め溝との間に配置される第一の位置決め部材と、前記第二の位置決め溝と前記第四の位置決め溝との間に配置される第二の位置決め部材と、  
 前記第一の基板に前記第二の基板と前記第三の基板に押付ける加圧機構を有することを特徴とするコリメータレンズアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光スイッチに関し、複数のコリメータレンズを備えた光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】

特開平6-214138号公報に示されるように、予め外形精度の高い円筒状に作成したファイバコリメータを束ねることで配置精度を確保する方法、あるいは、特開2001-242339号公報に示されるように位置精度良く加工した溝にコリメート用レンズとファイバを搭載する方法が主に用いられている。

【特許文献1】 特開平6-214138号公報

【特許文献2】 特開2001-242339号公報

【0003】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、公知例の形態では、十分な精度を持った装置を提供することが困難となってきた。特に、空間光結合型装置の小型化に伴い、より光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを用いないと光軸ずれによる損失を防止することが望まれる。

## 【0004】

しかし、光信号を空間を介してファイバに入力する3次元空間光結合型の装置、いわゆる3次元空間結合型のマトリクス型光スイッチや波長選択型スイッチあるいは複数の半導体レーザを備えたマトリクス型の光送信モジュールなどでは、空間を通過してきた光信号をファイバに導くため、あるいはファイバからの光信号をコリメータ光として出力するためのファイバおよびレンズ系からなるファイバコリメータが必要であり、高い光結合効率を得るために、各ファイバコリメータの光軸は平行であり、かつその位置は予め設定された位置にある必要がある。そのため各々のファイバコリメータは光軸方向がそろった状態で精度良くマトリクス状に配置したコリメータアレイが必要である。

## 【0005】

特開平6-214138の手法では、各ファイバコリメータの位置は、円筒を積み上げることによって規定されるため、円筒の外形精度の誤差が累積されることになり、多数のファイバコリメータを組み上げた場合、基準位置から離れたファイバコリメータの位置精度は水平、垂直いずれの方向においても低下する欠点がある。一方、特開2001-242339に示された方法では、個々のファイバコリメータの位置はベンチに掘られた溝によって規定されるため、特に、垂直方向に精度良く重ね合わせていくことはできず、マトリクス状のコリメータアレイを精度よく構成することは難しい。

そこで、損失の少ない光スイッチを提供することにある。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明の一つの特徴は、ファイバコリメータを搭載するベンチの表裏面に凹溝または貫通口部を設け、この凹部とそれに噛合う部材により複数段のベン



チを精度良く組み上げていくことで、光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを得るものである。

【 0 0 0 7 】

本発明においては、ファイバコリメータはベンチ上の適正な位置に設けられた凹部溝に搭載され、コリメータ列を構成し、これを複数段積み上げることによりコリメータアレイを形成する。各ベンチには表裏面に位置決め用の部材と噛み合わせるための凹溝或いは貫通した開口を設け、各ベンチ位置決め用凹部溝と位置決め部材を噛み合わせることで、ベンチ間の位置を正確に決定し、2次元位置精度の高いコリメータアレイを形成するものである。

【 0 0 0 8 】

本願発明は、前記従来課題を解決するために、ファイバと、それと光学的に結合するコリメートレンズとからなるファイバコリメータが2次元状に配置されたコリメータアレイであって、複数のファイバコリメータの各々が、1枚のベンチ上に精度良く配置、形成された各々対応する凹部の溝に配置され、このベンチを複数段重ねる事により、コリメータの2次元配置が行われており、各ベンチ間の位置合わせは、各ベンチに設けられた凹部と、位置合わせ様の球状あるいは円筒形の側面を持つ部材との噛み合わせにより行うことで、ファイバコリメータの2次元配置が精度良く行われているようにすることができる。

【 0 0 0 9 】

例えば以下の具体的構成をとることができる。

【 0 0 1 0 】

(1) 光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、第一の基板と、前記第一の基板の上方に配置される第二の基板とを有し、前記第一の基板は、光ファイバに光学的に連絡するコリメータレンズと、前記第一の基板の一主面に形成され前記コリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記主面に形成された第一の位置決め溝と、を有し、前記第二の基板は、光ファイバに光学的に連絡するコ

リメータレンズと、前記第二の基板の一主面に形成された前記コリメータレンズを搭載する搭載溝と、前記第二の基板に形成された貫通孔と、を有する。そして、前記第一の基板と前記第二の基板とは、前記第一の位置決め溝と、前記貫通孔との間に配置される位置決め部材を介して配置されることを特徴とする。

## 【 0 0 1 1 】

(2) 前記(1)において、前記第二の基板は、前記搭載溝が形成された主面に第二の位置決め溝を有することを特徴とする。

## 【 0 0 1 2 】

(3) 前記(1) 或いは(2) において、前記第一の位置決め溝或いは前記第一の貫通孔の少なくとも一方は、前記基板の結晶面に沿った表面が形成されることを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

(4) 前記(1) 或いは(3) において、前記入力側コリメータアレイ或いは出力側コリメータアレイの少なくとも一方に形成される搭載溝はコリメータレンズを前記搭載溝が形成された基板より弾性率の低い弾性体を介して配置されることを特徴とする。

## 【 0 0 1 4 】

または、前記弾性体は、前記コリメータレンズと前記第二の基板との間に配置されるようにすることもできる。或いは両側であってもよい。

## 【 0 0 1 5 】

また、各ファイバコリメータはベンチ上のファイバコリメータ搭載用凹溝に対して接着されておらず、上段のベンチとの間にある弾性体により、押し付けられることで固定される構造とすることにより、ファイバコリメータを接着等の方法で個別に固定する必要がなくなり、組み立て作業性が向上するとともに、複数段重ねたベンチをコリメータアレイとして組み上げる際に、位置決め用凹溝と位置決め部材との間の押し付け力を適正化する効果が期待できる。

## 【 0 0 1 6 】

さらに、Si またはその化合物からなる弾性体を形成し、この弾性体により、ファイバコリメータを搭載用凹溝に押し付け、固定する構造とすることにより、

弾性体の経年変化による信頼性の低下を軽減し、かつ組み立てに必要な部品数を減らすことで、組み立て作業の効率を向上できる。

## 【 0 0 1 7 】

(5) 前記(1)から(4)において、前記貫通孔は、前記搭載溝が形成された側と同じ側から形成されたものですことを特徴とする。

## 【 0 0 1 8 】

例えば、各ベンチの位置合わせ用貫通穴は、ベンチのファイバコリメータ搭載用凹部溝が開口している面と同じ面を基準として作成される。また、一体の貫通穴として作成することで、設ける際の位置ずれを最小にできる。さらに、ファイバコリメータ搭載面側を基準として、この貫通穴を設けることでファイバコリメータ搭載用凹溝との位置ずれも少なくできる。

## 【 0 0 1 9 】

また、位置決め用貫通穴とファイバコリメータ搭載用凹部溝は、一枚のエッチング用マスクを利用してのエッチングにより、形成される事が効率的である。例えば、位置ずれはさらに低減できる。

## 【 0 0 2 0 】

(6) 前記(1)から(5)において、第一の基板及び前記第二の基板には複数のコリメータレンズ収容溝が形成されることを特徴とする。

## 【 0 0 2 1 】

(7) 前記(1)から(6)において、前記基板間に搭載された前記位置決め部材の上端は前記第一の基板に搭載されたコリメータレンズの上端より高い位置になるよう形成されることを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

(8) また、他の形態の光スイッチは、光信号を入力する光ファイバを複数備えた入力側コリメータアレイと、光信号経路の切替え機構と、切替えられた光信号を出力する光ファイバを備えた出力側コリメータアレイと、を備えた光スイッチであって、前記入力側コリメータアレイ或いは前記出力側コリメータアレイの少なくとも一方は、第一の基板と、前記第一の基板の一主面に形成された第一のコリメータレンズを搭載する第一の搭載溝と前記搭載溝を挟んで配置される第一

の位置決め溝と、前記一主面の反対側面に前記搭載溝が配置される領域を挟むように形成された第二の位置決め溝と、前記第一の基板の前記一主面に対向して配置される第二の基板と、前記第二の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第一の位置決め溝に対向した位置に形成される第三の位置決め溝と、前記第一の基板の前記反対側面に対向して配置される第三の基板と、前記第三の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第二の位置決め溝に対向した位置に形成される第四の位置決め溝と、前記第一の位置決め溝と前記第三の位置決め溝との間に第一の位置決め部材と、前記第二の位置決め溝と前記第四の位置決め溝との間に第二の位置決め部材を配置し、前記第一の基板の前記搭載溝から第一の方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より離れた領域に形成される前記搭載溝から前記第一の方向の反対方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より近い領域の形成されることを特徴とする。

#### 【 0 0 2 3 】

または、前記のコリメータアレイの構成を備えることにより、光信号を入出力するための光ファイバを備え、その筐体内部でファイバからの光信号をコリメート光に変換し、使用する、あるいは内部の光源からの光信号をファイバに光結合する光装置として効果的な装置を構成できる。または、前記のコリメータアレイの構成を備えることにより、光信号を入出力するための光ファイバを備え、その筐体内部で光信号をコリメート光に変換した後、光路を切替えることで、光信号経路の切替を行う光スイッチの効果的な形態を提供できる。ファイバからの光信号のコリメート光への返還あるいはコリメート光の光ファイバへの光結合が精度良く行うことができる。

#### 【 0 0 2 4 】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の図面を参照しつつ説明する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1、図 2、図 3、図 4 は本発明によるコリメータアレイの一実施例と、光スイッチの部品としての利用法の一例を示す図であり、図 1 は本実施例におけるコ

リメータアレイの斜視図、図2は本実施例のコリメータアレイを利用した光スイッチの主要部分の構造例を示す概略図、図3は本実施例におけるコリメータアレイの一部をレンズ側から見た図、図4はベンチの一つを上面から見た図である。本実施例においては、図1に示すようにコリメータアレイは、コリメートレンズ7とファイバ8からなるファイバコリメータ、それらを搭載する貫通穴2付のベンチ1、1b、上面を押さえるためのベンチ1a、コリメートレンズ7やファイバ8を押さえるための弾性体5、貫通穴2と噛合って、ベンチ間の位置決めを行う位置決めピン4から構成されている。

## 【 0 0 2 6 】

ファイバコリメータは、ファイバ8からの光信号をコリメートレンズ7を介して、整列したコリメート光として出力する、あるいはコリメートレンズ7に入った光信号をそれぞれ対応する光ファイバ8へ光結合する機能を持っており、コリメータアレイはそれをマトリクス上に配置したものである。

## 【 0 0 2 7 】

図2に示すように、コリメートアレイ20は、光スイッチ特に、ファイバからの光信号をコリメート光19に変換し、このコリメート光19をミラーアレイ18上の可動ミラーで反射することで、光路を切替え、再びファイバへ光結合し、出力する空間接続型あるいは3次元型光スイッチで用いられることも多い。このような光スイッチの部品としてコリメータアレイ20として用いる場合、各々のファイバコリメータの光軸方向は平行でかつその位置はマトリクス状に正確に位置決めされていることが、ミラーアレイの設計や、全体の組み立て調整を容易にする点で望ましい。

## 【 0 0 2 8 】

図3、図4において光信号を伝播する光ファイバ8は、ベンチ1上のファイバ搭載用の凹上の溝6aに搭載されており、光路用溝6cを介して、コリメートレンズ搭載溝6bに搭載された円筒状断面のコリメートレンズ7と光学的に結合しており、一対で単独のファイバコリメータを形成している。コリメートレンズ7は球レンズで構成することも可能である。ファイバ8とコリメートレンズ7は、それぞれが弾性体5で溝に押し付けられることで固定されているが、その直径が

異なるため、各々の搭載溝はその幅と深さが異なっている。

#### 【 0 0 2 9 】

このような深さの異なる溝を同一のベンチ上に形成する手法としては、ベンチ材質の種類によって、ダイサによるカッティング、ドライエッチング、型による成型等があるが、ベンチ材質を Si とし、ウェットエッチングプロセスによって形成する方法が、マスクも一枚で済み、マスクを転写したウェハを同時に複数個処理できるという点からみても、最も簡単で量産に適している。各ベンチを位置決めするためには、位置決めピン 4 の噛み合わせを利用しており、ベンチ 1 上には、位置決めピン搭載用凹部である溝 3 と、ベンチ 1 裏面での凹部となる貫通穴 2 が設けられており、溝 3 上に搭載された位置決めピン 4 が上段のベンチの貫通穴 2 と噛合うことで、各ベンチ間の垂直および水平位置が正確に位置決めされる。好ましくは、コリメータ光学系搭載溝 6 と同じ側から位置決め溝が形成されるので、精度の高い位置決めができる。特に、ウェットエッチングプロセスを用いて、溝を結晶面に沿った表面を備えるように形成することにより、簡易に高精度のエッチングができる。また、この位置決めピン搭載用溝 3 および貫通穴 4 の形成も、ウェットエッチングプロセスを利用すれば、その他のレンズ搭載用溝などの形成用マスク中に作ることができるため、同一のプロセスで処理でき、生産性が高くなるとともに、貫通穴 2 及び位置決めピン搭載溝 3 のファイバコリメータ光学系に対する水平位置精度は高くすることができる。

#### 【 0 0 3 0 】

位置決めピン 4 と噛合う溝をピン搭載用溝 3 とは別にベンチ裏面に別個に設ける場合、ベンチ表裏での溝加工の位置精度が困難で、位置合わせが難しいが、本構造にすることにより簡易に高精度の位置決めができ、生産性向上に大きく寄与することができる。好ましくは、ファイバコリメータ光学系用の溝と同一マスクによって作られた貫通穴 2 と噛合う構造となっていることでベンチ間でのファイバコリメータ光学系の位置精度も確保できる。

#### 【 0 0 3 1 】

図 5 に本発明の一実施例における弾性体の作用を説明するための概略図である。

本実施例においては、ファイバコリメータ光学系搭載溝 6 もベンチ 1 を貫通する構造となっている。コリメータアレイは、間にファイバコリメータ光学系 9 を搭載したベンチ 1 と弾性体 5 をはさむ状態で、最上段のカバーとなるベンチ 1 a と最下段のベンチ 1 b に内側への押し付け力 1 0 をかけることで構造を保持している。

#### 【 0 0 3 2 】

弾性体 5 は、シリコンゴムや金属製のばね材、あるいは S i 構造体等、経年変化が少なく、耐環境性の高い材質が望ましく、この弾性体 5 により、ファイバコリメータ光学系 9 やその搭載用溝 6 の形状に誤差があった場合でも、接着や融着といった方法によらず確実にファイバコリメータ光学系 9 は搭載用溝 6 に押し付けられることで位置決めされ、固定される。また、弾性体 5 によって、各ベンチ間に働く押し付け力 1 0 が適度に分散され、位置決め用ピン 4 と貫通穴 2 に加重が集中することにより、貫通穴 2 の下側開口部分の破損や変形を抑えることにもなる。

#### 【 0 0 3 3 】

位置決め用ピン 4 は、ベンチ 1 とともに高い寸法精度、高い剛性を持ち、熱変形が少ないものが適当であり、コバールやガラス、あるいはアルミナなどのセラミックが特に適しているが、光学レンズを用いることもでき、ここにファイバコリメータ光学系のレンズを用いて、コリメート光を出力することで、マトリクス配置されたファイバコリメータ光学系 9 を使用することなく、コリメートアレイの光軸調芯用のコリメート光を得ることもできる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 6 は本発明の別の実施例を示すベンチ上面図であり、図 7 は図 6 の実施例をレンズ側から見た図である。図 6 では、左半分の位置決めピンとレンズ、ファイバを省略して示している。本実施例においては、コリメートレンズ 7 はボールレンズであり、位置決めピン搭載溝は位置決め用貫通穴 2 が兼ねている。この構造においては、位置決めピン搭載溝は位置決め用貫通穴 2 が兼ねていることで、ベンチ 1 の幅を狭くでき、コリメートアレイの小型化や材料費の低減が期待できる。また、位置決めに要する溝数が減った分、溝位置精度の点からもベンチ間位置

精度の向上が期待できる。なお、位置決めピン 4 の径はコリメートレンズ 7 の径より大きくなるよう形成されることができる。

## 【 0 0 3 5 】

図 8 は本発明の別の実施例のベンチ上面図である。本実施例においては、ファイバコリメータ 9 はあらかじめコリメートレンズ 7 とファイバ 8 とが一体に組み上げられたものとなっており、これがファイバコリメータ搭載用溝 6 に搭載されている。このような構造のファイバコリメータは単芯のファイバコリメータを用いることができる。また、本実施例においては、位置決め用部材として位置決め用ボール 1 1 を用いており、これを位置決めボール搭載溝を兼ねた位置決め用貫通穴 2 に搭載し、これにより位置決めを行うものである。ボール形状は、ベアリング、球レンズなどで寸法精度の高いものを広く用いることができる。

## 【 0 0 3 6 】

図 9 は本発明の別の実施例である S i 弾性体による保持構造を説明する断面図であり、図 1 0、図 1 1、図 1 2 は S i 弾性体の構造例を示す平面図であり、図 1 3 は図 1 2 の作用を説明する断面図である。図 9 に示す実施例において、コリメートレンズ 7 を押さえる弾性体 1 2 は、ベンチ 1 裏面に設けられた S i 弾性体 1 2 である。これは S i を  $100\mu\text{m}$  以内のごく薄い片持ち梁形状に加工し、弾性変形範囲内の加重で用いるものである。弾性体として S i 層が厚すぎると加工に手間がかかり、生産性が低下する。また弾性体 1 2 の幅と長さ、弾性体の数はレンズ 7 のサイズおよび S i 弾性体 1 2 に必要とされる弾性力に応じて決めるのが有効であるが、少なくともレンズと 2 箇所以上の接触点がある方がレンズ 7 を安定して支えることができる。

## 【 0 0 3 7 】

ベンチ 1 裏面に S i 弾性体 1 2 を形成するためには、ベンチ 1 の素材として S i と S i O<sub>2</sub> の積層材である S O I ウェハを用いることが S i 弾性体となる S i 層の強度の点からも適している。この場合、レンズ搭載溝 6 b や位置決め用貫通穴 2 を設けるのに十分な厚みの S i 層 1 5 に対し、所定の厚さの S i O<sub>2</sub> 層 1 6 を間にはさみ、一層の薄い S i 層 1 7 をもつ S O I ウェハを利用する。

## 【 0 0 3 8 】



まず、他の場合と同じように貫通穴 2 や位置決めピン搭載溝 3、ファイバコリメータ光学系搭載溝 6 をウェットエッチングにより加工する。この時 Si と SiO<sub>2</sub> のエッチング速度の違いから貫通穴 2 部分においても SiO<sub>2</sub> 層 1 6 は貫通されず残ってしまう。次に、ベンチ 1 裏面の薄い Si 層 1 7 を Si 弾性体 1 2 の構造をなすように、穴 1 3 となる部分をドライエッチングにより彫る。この時、貫通穴 2 の部分についても Si 層 1 7 を除去しておく。次に露出した SiO<sub>2</sub> 層 1 6 をウェットエッチングにより選択的に除去することで、表面の Si 層 1 5 と Si 弾性体 1 2 の間には SiO<sub>2</sub> 層 1 6 の厚み分の間隙 1 3 a ができ、Si 弾性体 1 2 として稼動可能となる。Si 弾性体 1 2 はファイバコリメータ光学系を保持するのみであり、また貫通穴 2 の位置および寸法は表面からのエッチングにより決定されているので、裏面からの Si 層加工の位置精度は数十  $\mu$ m の誤差が許容できる構造とすることができる。Si 弾性体の平面形状としては、保持すべきコリメートレンズやファイバコリメータの形状により、さまざまな構造が考えられる。

## 【 0 0 3 9 】

図 1 0、図 1 1 はその一例としてボールレンズを保持するための Si 弾性体の平面形状の例である。図 1 2 は円筒形状のレンズあるいはファイバコリメータを保持する Si 弾性体の平面形状の例である。図 1 2 に示すように一方向にあえて、Si 弾性体 1 2 を設けず、図 1 3 に示すように、レンズ搭載溝 6 b の末端 1 4 にレンズ 7 を押し付ける構造とすることで、より強固にレンズを保持することが可能となる。

## 【 0 0 4 0 】

図 1 4、図 1 5、図 1 6、図 1 7、図 1 8 は本発明によるコリメータレンズアレイの一実施例を示す図であり、図 1 4 は本実施例におけるコリメータレンズアレイの斜視図、図 1 5 は本実施例のコリメータレンズアレイの正面図、図 1 6 は本実施例におけるコリメータレンズ押さえ用弾性体（板ばね）の上面図、図 1 7 は図 1 6 の板ばね一つ分無加重状態での断面図、図 1 8 は図 1 6 の板ばねによるコリメートレンズ保持状態を示す断面図である。

## 【 0 0 4 1 】

本実施例においては、図 1 4 に示すようにコリメータレンズアレイは、コリメータレンズ 1 0 4 とファイバ 1 0 9 からなるファイバコリメータ、それらを搭載する搭載溝 1 0 6、状面位置決め溝 1 0 7、下面位置決め溝 1 0 8 付のベンチ 1 0 3、1 0 3 a、1 0 3 b、コリメータレンズ 1 0 4 を押さえるための板ばね式の弾性体 1 0 1、上面位置決め溝 1 0 7、下面位置決め溝 1 0 8 と噛合って、ベンチ間の位置決めを行う位置決めピン 1 0 5、位置決めピンを介して組み合わされたベンチ 1 0 3、1 0 3 a、1 0 3 b をクランプするクリップ状金属ばね弾性体 1 0 2 からなっている。これによりベンチ間に押圧する構成となっており、複数スタックされたベンチの最も上側のベンチと最も下側のベンチに加圧部と両加圧部をつなぐ連結部を有している。最も上側と下側のベンチを加圧して、ベンチ積層体を押付けて密着させる構成になっている。

#### 【 0 0 4 2 】

本実施例においてベンチ 1 0 3 と 1 0 3 a、b では位置決め溝 1 0 7、1 0 8 の位置が両端で同方向に互い違いにおかれているように見えるが、搭載溝 6、位置決め溝 1 0 7、1 0 8 とともにベンチの前端から後端まで基板の端面まで及んで存在するため、ベンチ 1 0 3 の前、後端を入れ替えるとベンチ 1 0 3 a、b と同じ配置となり、結果としてベンチは一種類となり部品点数を減らすことも考えられる。

#### 【 0 0 4 3 】

かかる観点からは、第一の基板には第一のコリメータレンズを搭載する第一の搭載溝と前記搭載溝を挟んで配置される第一の位置決め溝と、前記一主面の反対側面に前記搭載溝が配置される領域を挟むように形成された第二の位置決め溝とを有する。そして、第一の基板の前記一主面に対向して第二の基板が配置され、前記第二の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第一の位置決め溝に対向した位置に形成される第三の位置決め溝とを有する。また、前記第一の基板の前記反対側面に対向して第三の基板が配置され、前記第三の基板の前記第一の基板に対向する面の前記第二の位置決め溝に対向した位置に形成される第四の位置決め溝と、を有する。前記第一の位置決め溝と前記第三の位置決め溝との間に第一の位置決め部材と、前記第二の位置決め溝と前記第四の位置決め溝との間に第二の

位置決め部材を配置される。そして、前記第一の基板の前記搭載溝から第一の方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より離れた領域に形成され、前記搭載溝から前記第一の方向の反対方向に位置する前記第一の位置決め溝は前記搭載溝から前記第二の位置決め溝までの距離より近い領域の形成される。

## 【 0 0 4 4 】

一本ずつ独立した各コリメータレンズ 1 0 4 はベンチ上に所定の方向に高寸法精度に設けられた搭載溝 1 0 6 に搭載され、位置、方向決めが行われる。搭載溝 1 0 6 はダイサによる高精度切削加工で実現される。

## 【 0 0 4 5 】

ベンチ、位置決め部材、コリメータレンズは、線膨張係数を合わせたほうが良く、レンズとしては石英、Si、ほう珪酸ガラス、パイレックスガラス等が用いられるため、ベンチにはSi、コバルト、4 2 アロイ、石英、パイレックスガラス、ほう珪酸ガラス、フェライト、セラミック等が用いられる。位置決め部材は、寸法精度が特に重要である為、ジルコニア、パイレックスガラス、ほう珪酸ガラスの円筒が安価でもあり、特に適している。

## 【 0 0 4 6 】

コリメータレンズ 1 0 4 を搭載溝 1 0 6 に対して押し当てることで保持するための弾性体 1 0 1 は、一例としては板ばね式で、各ベンチごとに複数のコリメータレンズを固定できる用に複数の板ばね構造を内部に備えた 1 枚板である。弾性体 1 0 1 の両端は上方に折り曲げられ、ベンチ下面の位置合わせ溝(図示せず)と噛み合って、ベンチに対して位置決めするようになっている。各板ばね構造は、円筒形であるコリメータレンズ 1 0 4 に対して点接触しないよう、図 1 7 に示すように 1 0 1 a、b、c の少なくとも 3 つの曲げ部を持っており、図 1 8 に示すようにコリメータレンズ 1 0 4 に押し当てられたときに、曲げ部 1 0 1 c から前方の部分がコリメータレンズ 1 0 4 に倣い、コリメータレンズ 1 0 4 をベンチ 1 0 3 の搭載溝に水平に押し当てる構造となっており、コリメータレンズ 1 0 4 は的確に搭載溝に倣うことができる。

## 【 0 0 4 7 】

弾性体としては、金属材料のほうが長期的に優れており、りん青銅等のバネ材、あるいはさびにくいSUS材や、さび防止の金メッキ等を施した金属材が適している。

## 【 0 0 4 8 】

また、基板の搭載溝、位置決め溝はダイサ等を用いて切削により加工することで、安価に作成が可能である。ウェットエッチングによる加工では、一度に大量に加工することが可能であるが、溝深さは基板表面を高さ基準とし、基板上に転写されたマスク幅によって決まるため、搭載溝に固定し、整列させたコリメータレンズの位置精度は、基板の厚さ精度、厚さの面内ばらつきに大きく影響を受け、精度が下がる。

## 【 0 0 4 9 】

一方ダイサによる切削加工では、加工対象を載せる台からの刃の高さで溝深さを調整することになるため、搭載溝が形成される面の裏面の位置決め溝をまず先に切削し、裏返して、高寸法精度の位置決め部材上に位置決め溝を合わせて基板を載せ、コリメータレンズの搭載溝と位置決め溝を加工することで、裏面の位置決め溝基準で、搭載溝及び表側位置決め溝を加工することができ、複数段積み重ねた場合でも基板の厚さ精度、面内ばらつきに因らず、コリメータレンズを高い精度で整列できる。切削加工の加工性を考えるとベンチ材としては、Siまたはフェライト等が優れている。さらに、コリメータレンズアレイを搭載する筐体にも同様の位置決め用溝を設け、位置決め部材を挟んで全体を弾性体でクランプ保持、固定する構造とすることで、コリメータレンズアレイ側では筐体への固定用部材として別部品を用意する必要がなくなり、生産性を向上できる。

## 【 0 0 5 0 】

また、コリメータレンズアレイとしてベンチを組み合わせた状態での保持は、クリップ状金属ばね弾性体 1 0 2 で行っており、コリメータレンズアレイとして接着部はない。従って、ファイバ断線、レンズ不良等などの問題が生じた場合は、弾性体 1 0 2 をはずし、コリメータレンズアレイを分解することで、用意にレンズの交換等を行うことができる。また、図中において位置決め用溝 1 0 7、1 0 8 は、一方向に平行に設けられている。この溝のみの場合、ベンチは前後方向

には位置決めできないが、位置決めよう溝 1 0 7、1 0 8 と違う方向の別の位置決め用溝を設け、これも同様に位置決め部材を介して噛み合わせる事で、前後方向に対しても位置決めできる。本実施例では、ベンチの前端及び後端近傍で、コリメータレンズの搭載を妨げない所定の位置に位置決め用溝 1 0 7、1 0 8 と直交する一対の位置決め用溝を設けることで、ベンチの前後端を入れ替えることでの互換性を維持したまま、前後方向への位置決めも確実に行うことができる。

#### 【 0 0 5 1 】

このように、本発明の一形態の特徴は、コリメータレンズはベンチの表面の搭載溝に弾性体で押し付けられ固定される。また、コリメータレンズを搭載するベンチの表裏面に位置決め用凹溝を設け、この凹部とそれに噛合う部材により複数段のベンチを精度良く組み上げ、これらを一括して第二の弾性体で押し付け固定する。第一の基板にそれを挟むよう配置された第二の基板と第三の基板に押付ける加圧機構を有する。これにより、接着剤を廃し、かつ溶接等の様に材料を限定されることなく、位置精度および耐環境性の高いコリメータレンズアレイを得ることもできる。

#### 【 0 0 5 2 】

これによりコリメータレンズの固定などにおいて耐環境性の高いコリメータレンズアレイを提供できる。

#### 【 0 0 5 3 】

搭載溝あるいは位置決め溝への保持、固定は弾性体により加えられる押し付け力と溝との摩擦力で行われる。温度、湿度が変化した場合でも、常に押し付け力が働くため、基板、コリメータレンズ、位置決め部材そのものの膨張収縮の影響以上にコリメータレンズが触れ回り等を起こすことがない。また、エポキシ樹脂などの接着剤と異なり、劣化してもアウトガスや接着剤の痩せ、変形といった問題は生じない。さらに弾性体で押さえるだけなので、ファイバの断線、レンズの不良等があった場合でも、該当するレンズだけを交換可能である。

#### 【 0 0 5 4 】

図 1 9 は本発明の別の一実施例であり、位置決め溝 1 0 7、1 0 8 と位置決め部材 1 0 5 を用いてベンチを位置決めする同様の方法でコリメータレンズアレイ

を筐体 1 1 0 に対して位置決めし、全体をクリップ状の弾性体 1 0 2 で押さえるものである。先の実施例と同じように、各コリメートレンズの位置、方向精度は、ダイサにより切削加工された溝の位置、方向精度で高精度に位置決めされ、かつ接着剤を用いておらず、コリメートレンズ 4 には常に搭載溝 1 0 6 に対する押し付け力が働き、位置決めされることから、温度変化等の耐環境性も高い。

## 【 0 0 5 5 】

図 2 0、図 2 1、図 2 2 は本発明におけるコリメートレンズ押さえ弾性体 1 0 1 の別の実施例を説明する図である。図 2 0、図 2 1 に示される板ばね状弾性体 1 0 1 は、図 1 6 に示した弾性体 1 と異なり、一個のコリメートレンズ 4 を二つの板ばねで押さえる構造となっている。これは図 2 2 に示すように、コリメータレンズ 1 0 4 下に溝 1 1 1 などがあった場合、コリメータレンズ 1 0 4 の全長が長く押し付け個所が 1箇所では不足する場合、コリメートレンズ 1 0 4 の外形寸法精度が低く点接触になり得る場合などに、押し付け個所を増やすことで弾性体 1 0 1 あるいは搭載溝に対して点接触になることを避け、搭載安定性を増すものである。

## 【 0 0 5 6 】

これにより、損失の少ない光装置を提供することができる。

## 【 0 0 5 7 】

## 【発明の効果】

本発明により、損失の少ない光装置を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本発明の一実施例のコリメータアレイの斜視図である。

## 【図 2】

本発明の一実施例のコリメータアレイを利用した光スイッチの構造例を示す概略図である。

## 【図 3】

本発明の一実施例におけるコリメータアレイの一部をレンズ側から見た図である。

【図 4】

本実施例における図 2 はベンチの一つを上面から見た図である。

【図 5】

本発明の一実施例における弾性体の作用を説明するための概略図である。

【図 6】

本発明の一実施例を示すベンチ上面図である。

【図 7】

本実施例をレンズ側から見た図である。

【図 8】

本発明の一実施例のベンチ上面図である。

【図 9】

本発明の一実施例である S i 弾性体による保持構造を説明する断面図である。

【図 1 0】

S i 弾性体の構造例を示す平面図である。

【図 1 1】

S i 弾性体の構造例を示す平面図である。

【図 1 2】

S i 弾性体の構造例を示す平面図である。

【図 1 3】

本発明の一実施例であるレンズ保持構造を説明する断面図である。

【図 1 4】

本発明の一実施例のコリメータレンズアレイの斜視図である。

【図 1 5】

本発明の一実施例のコリメータレンズアレイの正面図である。

【図 1 6】

本発明の一実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の上面図である。

【図 1 7】

本発明の一実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の側面断面図である。

【図 1 8】

本発明の一実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の作用を説明するための概略図である。

【図 1 9】

本発明の一実施例のコリメータレンズアレイ及び筐体の正面図である。

【図 2 0】

本発明の一実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の上面図である。

【図 2 1】

本発明の一実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の上面図である。

【図 2 2】

図 2 0 の実施例におけるコリメートレンズ押さえ弾性体の作用を説明するための概略図である。

【符号の説明】

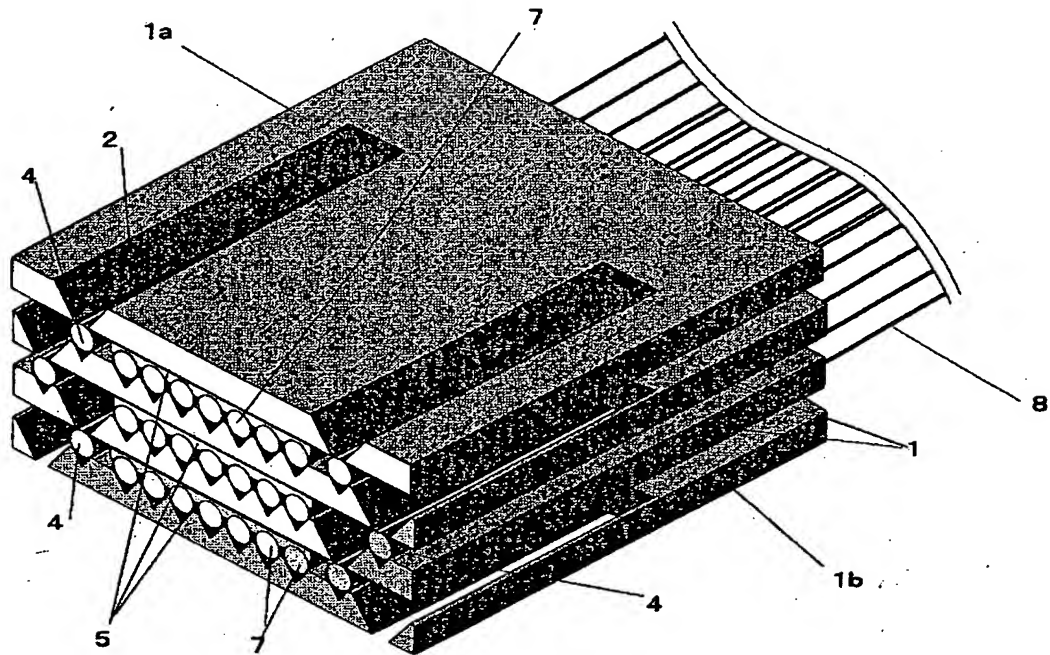
1・・・ベンチ、1 a・・・最上段のベンチ、1 b・・・最下段のベンチ、2・・・位置決め用貫通穴、3・・・位置決めピン用溝、4・・・位置決め用ピン、4 a・・・下段の位置決めピン、5・・・弾性体、6・・・ファイバコリメータ搭載用溝、6 a・・・ファイバ搭載溝、6 b・・・コリメートレンズ搭載溝、6 c・・・光路用溝、7・・・コリメートレンズ、8・・・光ファイバ、9・・・ファイバコリメータ、1 0・・・押し付け力、1 1・・・位置決め用ボール、1 2・・・S i 弾性体、1 3・・・穴、1 3 a・・・間隙、1 4・・・レンズ搭載溝端部、1 5・・・表面 S i 層、1 6・・・S i O<sub>2</sub>層、1 7・・・裏面 S i 層、1 8・・・ミラーアレイ、1 9・・・コリメート光光路例、2 0・・・コリメートアレイ、1 0 1・・・コリメートレンズ押さえ弾性体、1 0 2・・・ベンチ押さえ弾性体、1 0 3・・・ベンチ、1 0 3 a・・・最上段のベンチ、1 0 3 b・・・最下段のベンチ、1 0 4・・・コリメータレンズ、1 0 5・・・位置決め部材、1 0 6・・・コリメータレンズ搭載溝、1 0 7・・・上面位置決め溝、1 0 8・・・下面位置決め溝、1 0 9・・・ファイバ、1 1 0・・・位置決め溝付筐体、1 1 1・・・溝



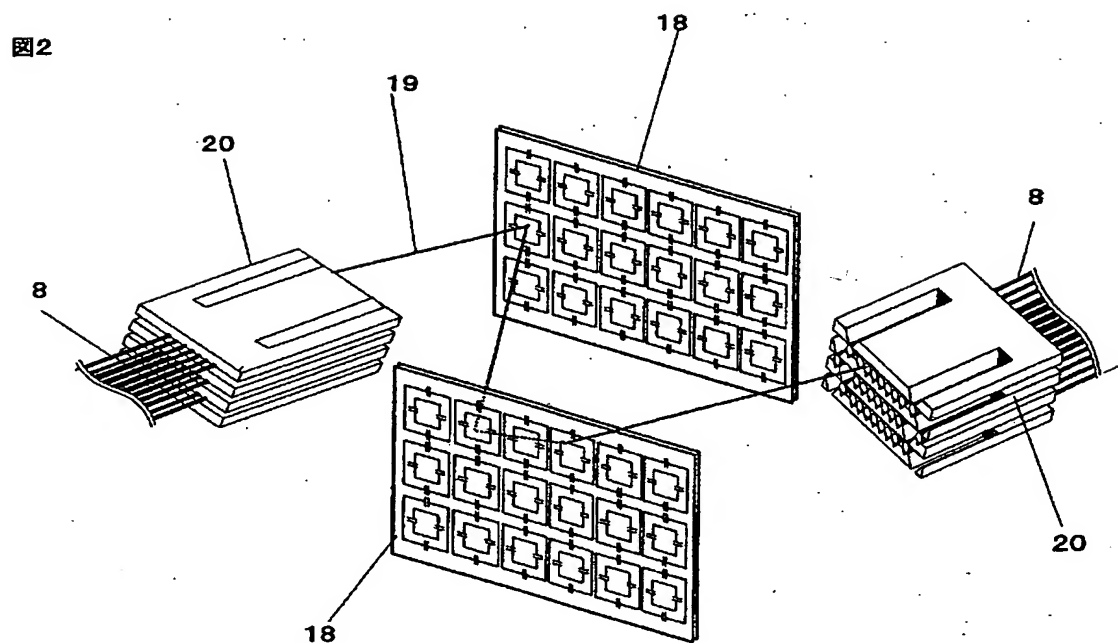
【書類名】 図面

【図 1】

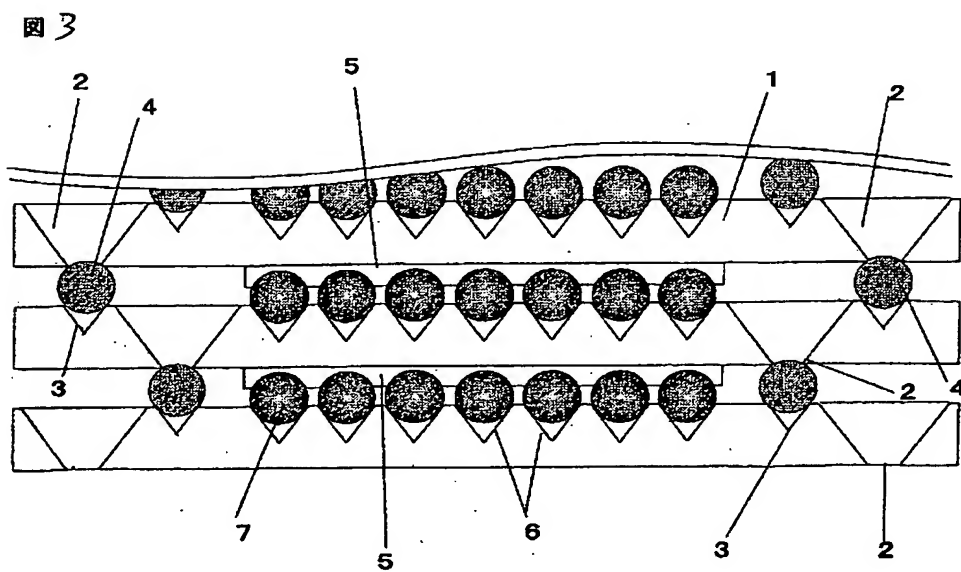
図1



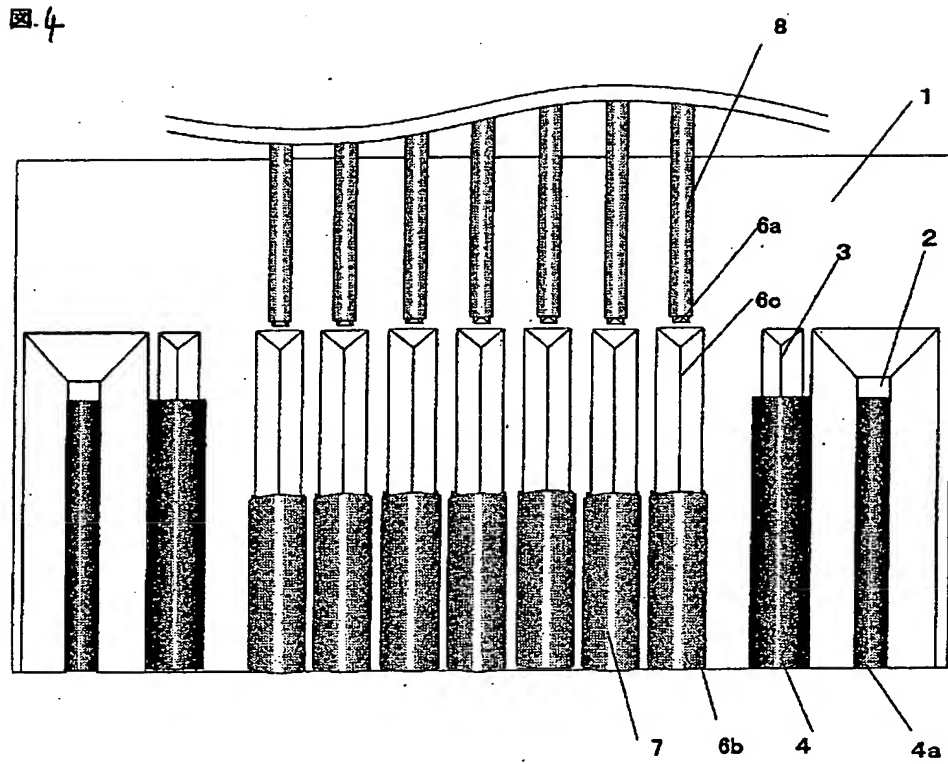
【図 2】



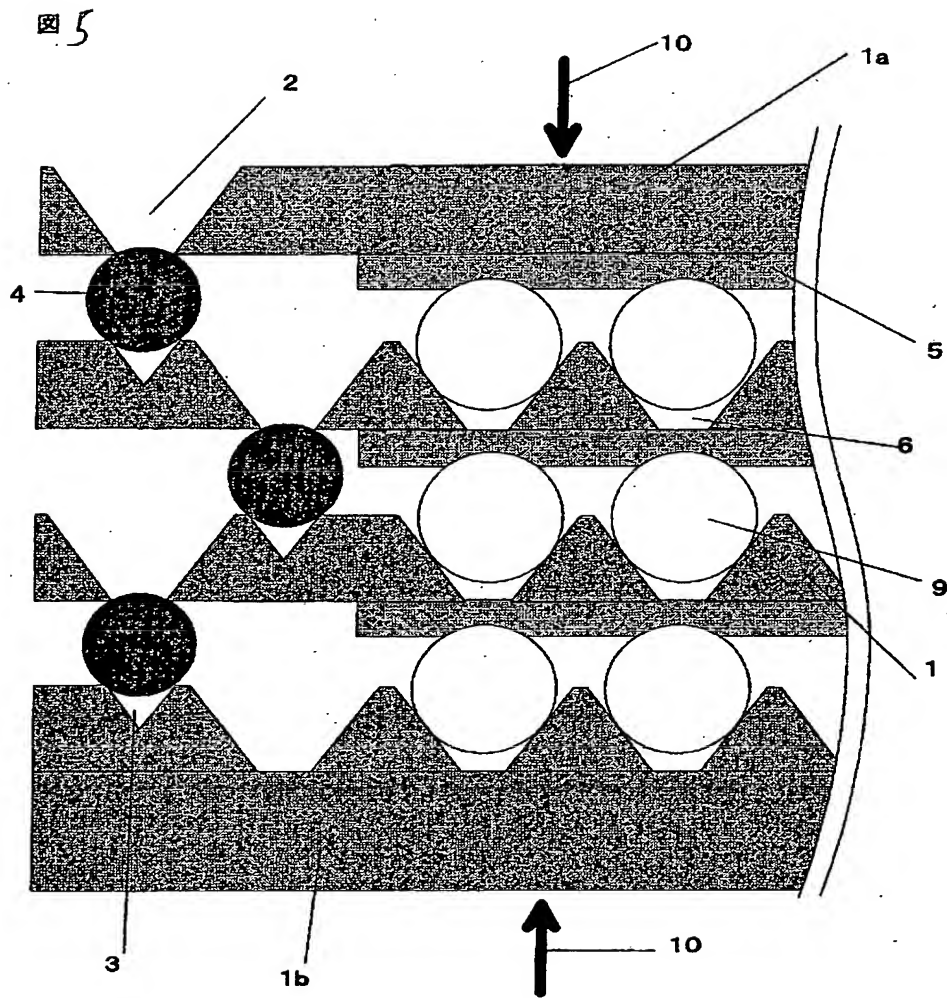
【図 3】



【図 4】

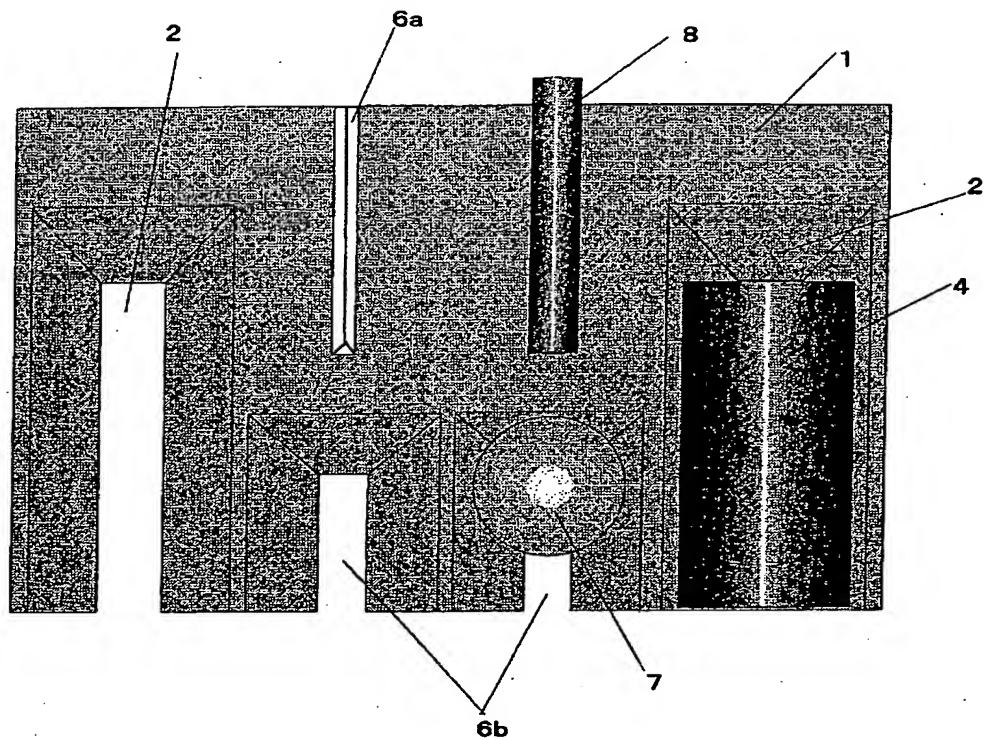


【図5】



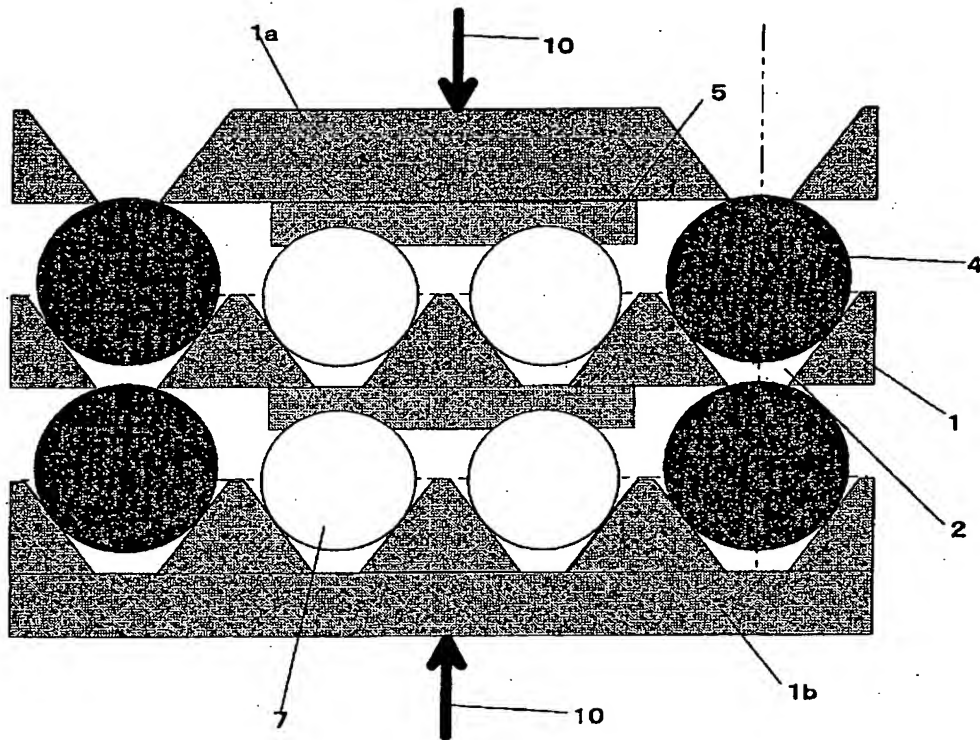
【図6】

図 6



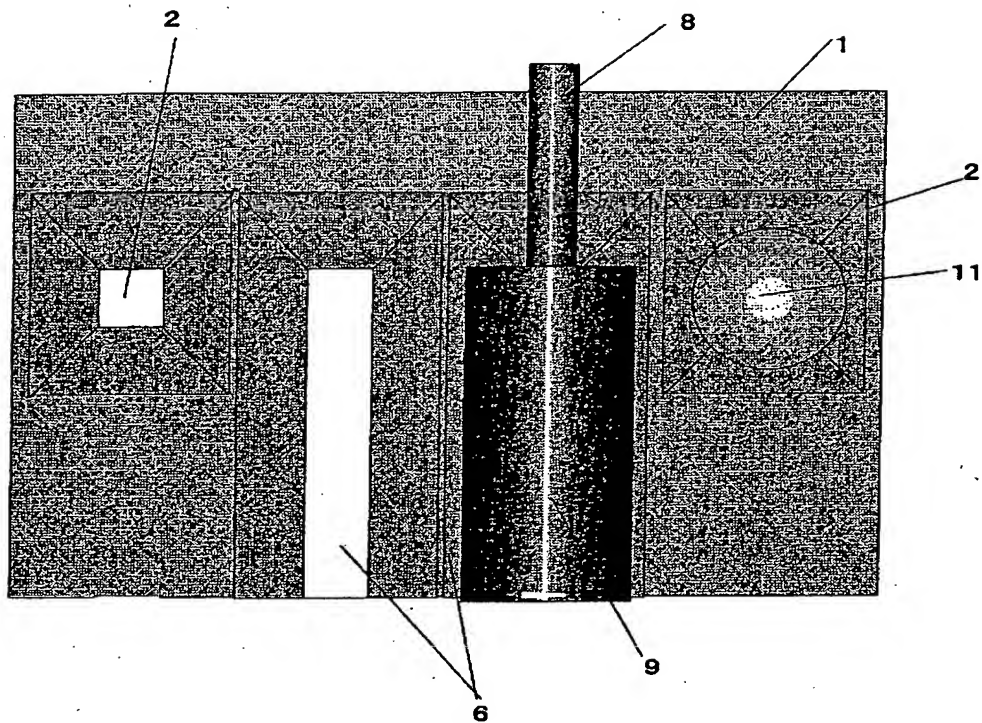
【図 7】

図 7



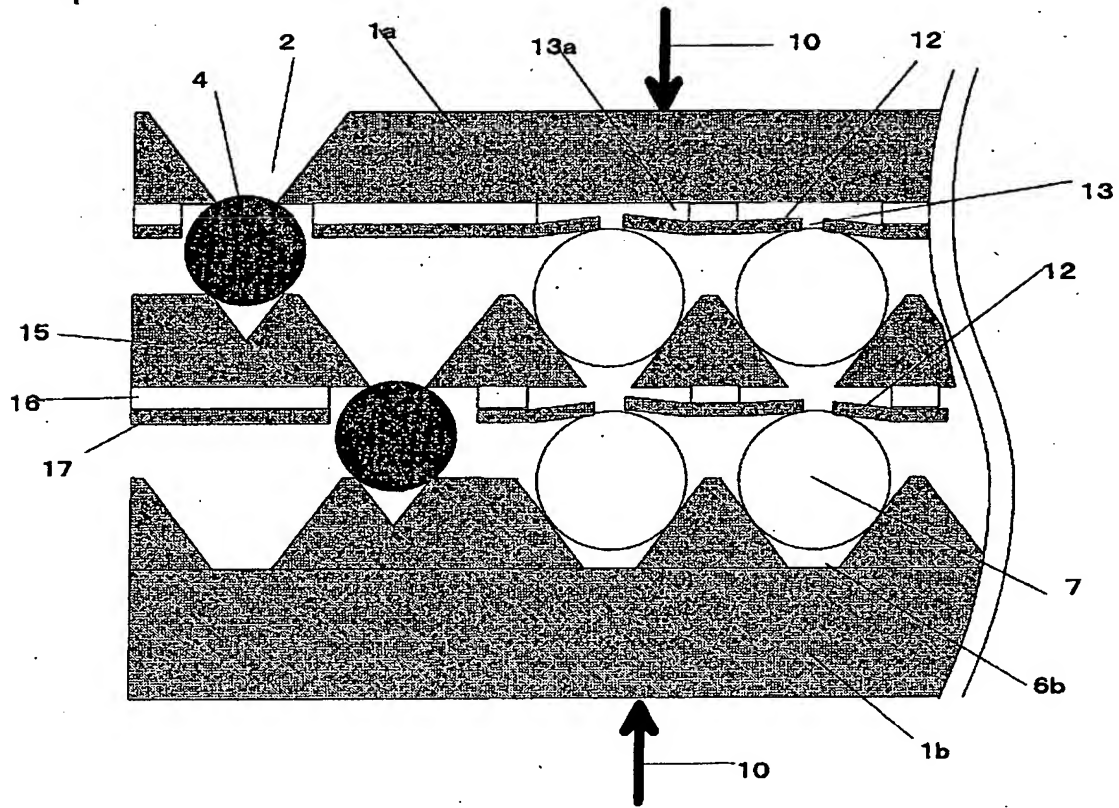
【図 8】

図 8



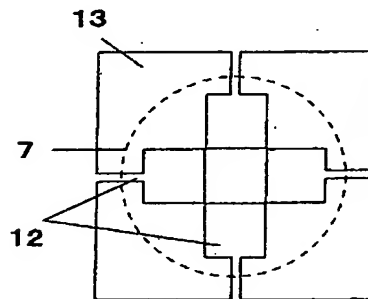
【図9】

図9



【図10】

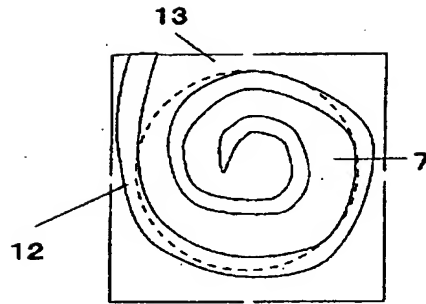
図10





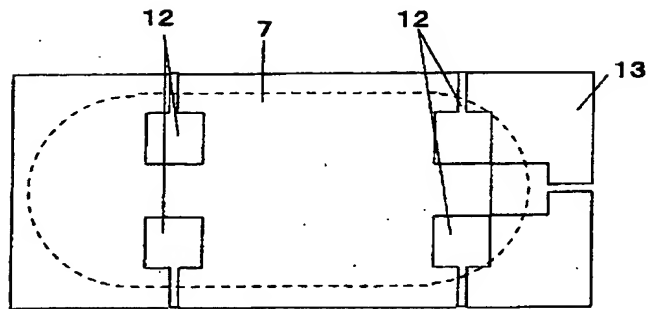
【図 1 1】

図 11



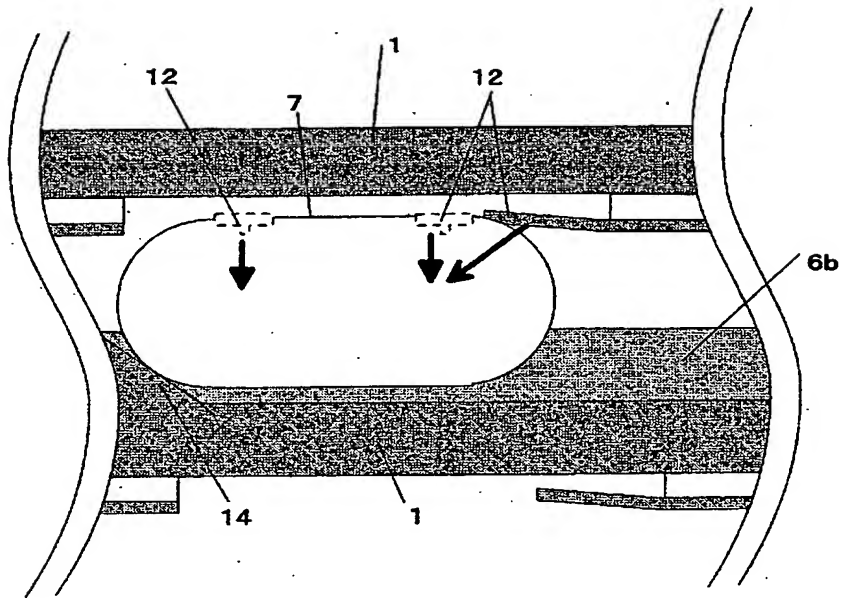
【図 1 2】

図 12

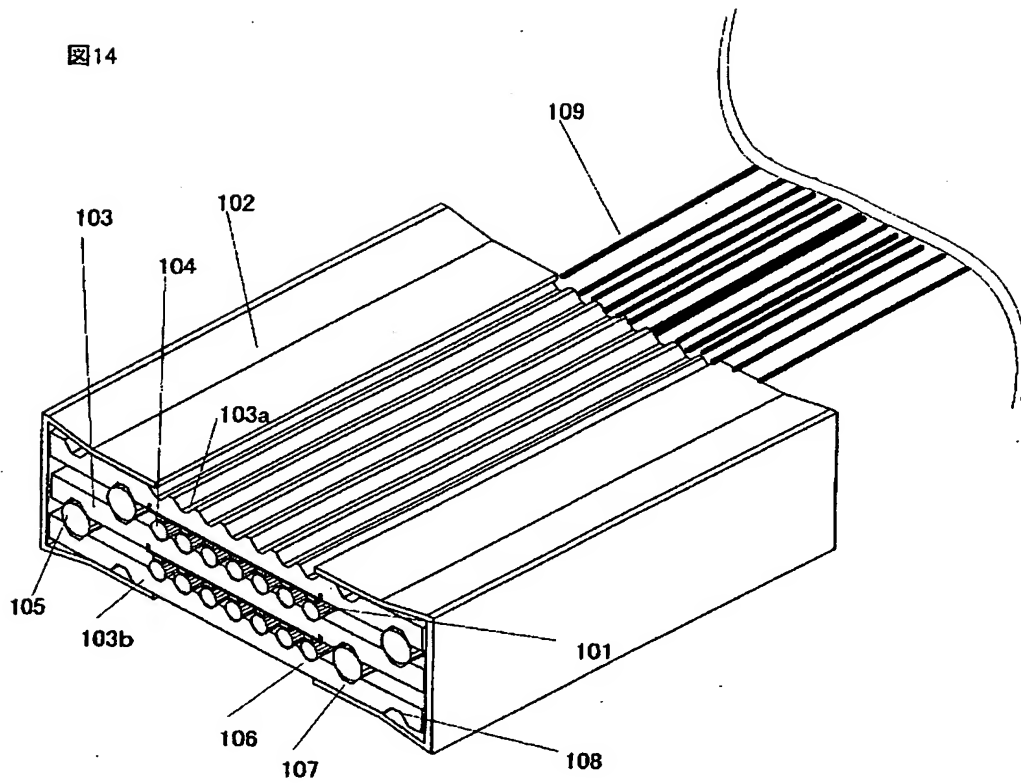


【図 13】

圖 13

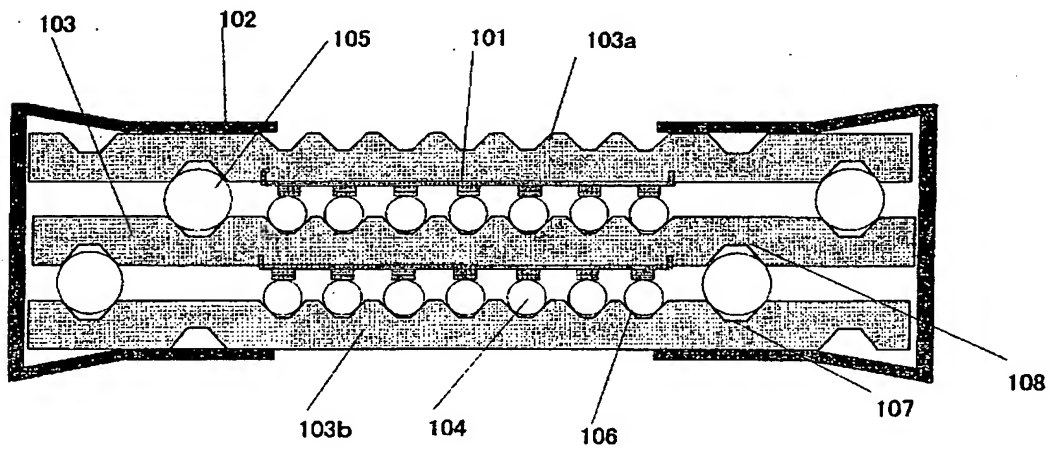


【図 14】

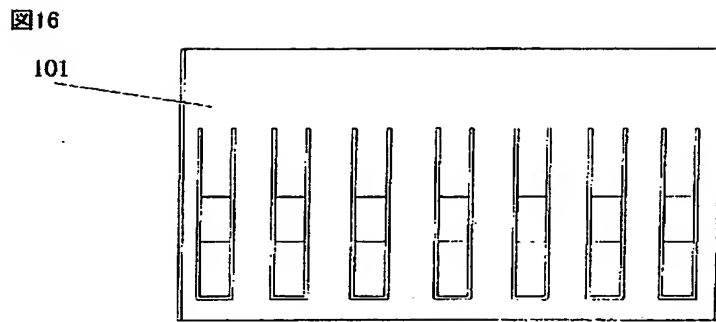


【図 15】

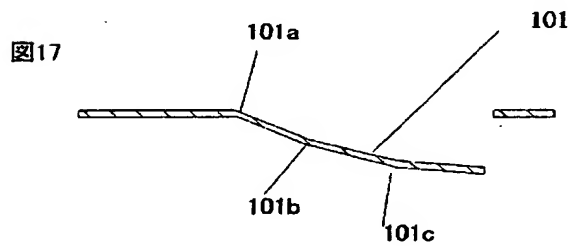
図15



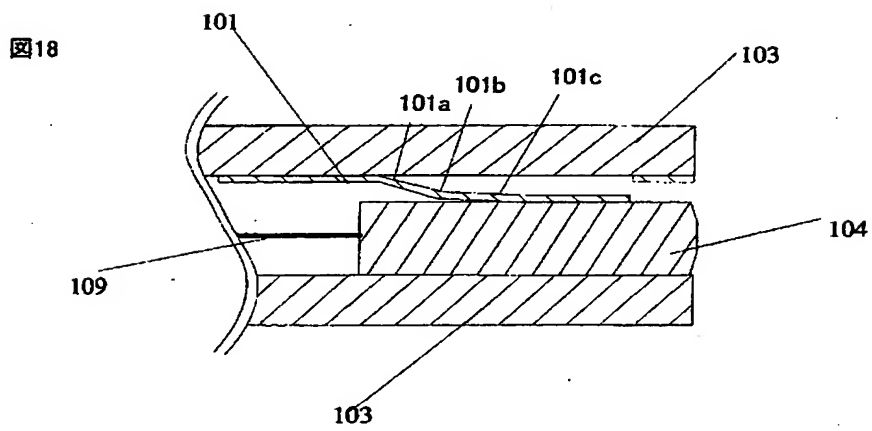
【図 1 6】



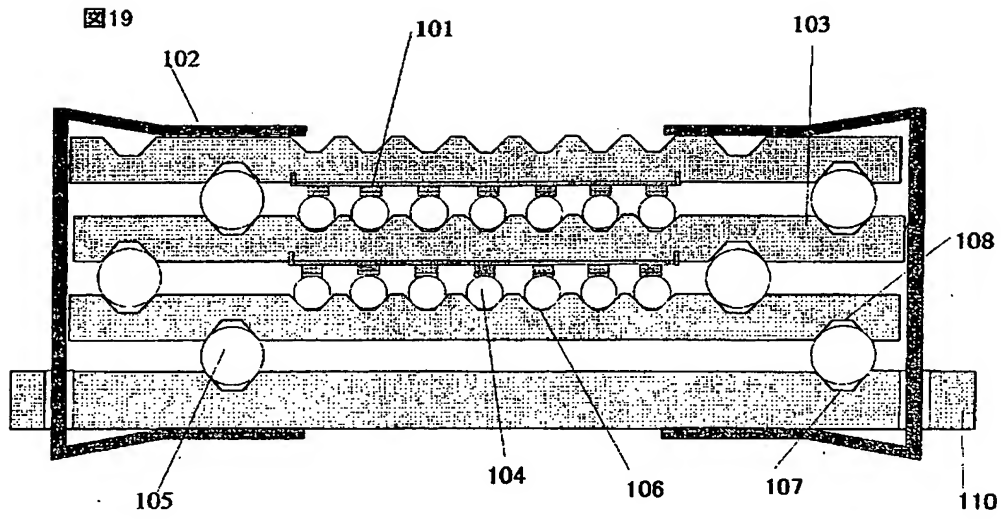
【図 1 7】



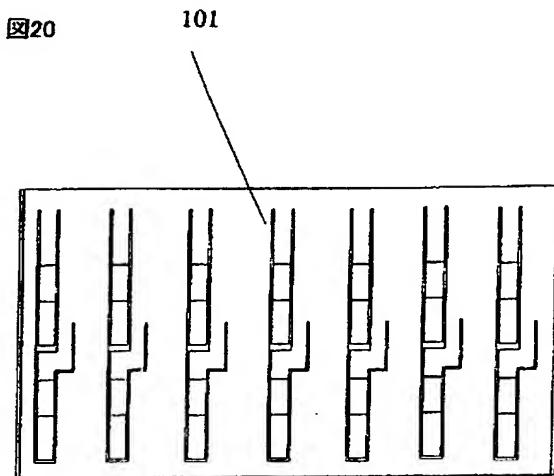
【図 1 8】



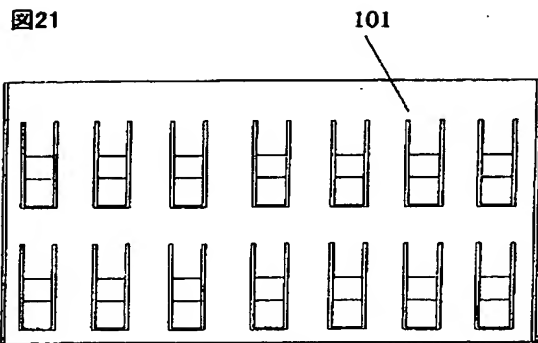
【図 1 9】



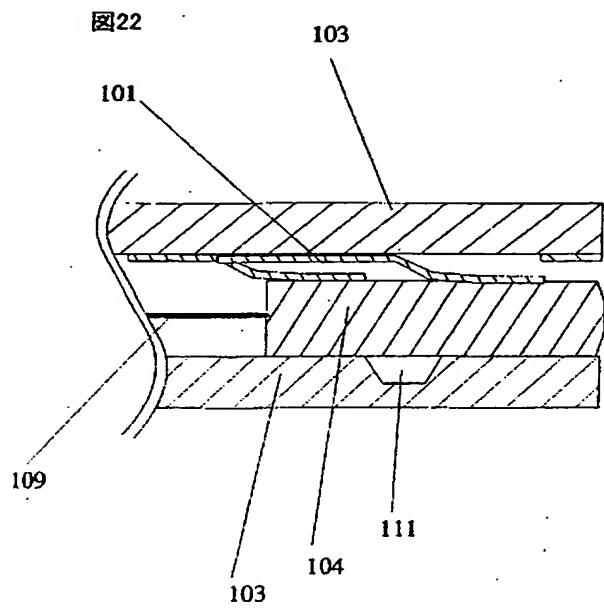
【図 2 0】



【図 2 1】



【図 2 2】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

光軸方向および位置精度の高いコリメータアレイを得るものである。

【解決手段】

本発明においては、ファイバコリメータはベンチ上の適正な位置に設けられた凹部に搭載され、コリメータ列を構成し、これを複数段積み上げることによりコリメータアレイを形成する。各ベンチには表裏面に位置決め用の部材と噛み合わせるための凹部を設け、各ベンチ位置決め用凹部と位置決め部材を噛み合わせることで、ベンチ間の位置を正確に決定し、2次元位置精度の高いコリメータアレイを形成する。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 2 3 0 2
受付番号	5 0 3 0 0 6 3 3 8 5 2
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月17日
-------	-------------



出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所